

Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Influence of potassium on tomato yield and quality (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Bruno R. Jiménez More¹; Ramón García-Seminario²

Resumen

El potasio es un elemento esencial que influye directamente en crecimiento y desarrollo del tomate, una hortaliza rica en vitaminas y licopeno, carotenoide con gran poder antioxidante utilizado en prevenir enfermedades degenerativas. La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del potasio en el rendimiento y calidad del tomate var. Floradade. Se estudiaron tres dosis de K₂O (250, 300 y 350 kg ha⁻¹) más un testigo, 200 kg ha⁻¹ (que correspondió a lo que contenía el suelo) en un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Los resultados mostraron que la mejor dosis fue 250 kg ha⁻¹ que produjo un rendimiento de 17,77 t ha⁻¹ en relación al testigo referencial 200 kg ha⁻¹ con 13,20 t ha⁻¹; mientras que, con la dosis más alta, 350 kg ha⁻¹ fue de 6,49 t ha⁻¹. Las dosis de 250 y 300 kg ha⁻¹ 200 kg ha⁻¹ of K₂O presentaron los mejores calibres de los frutos; así como el contenido de sólidos solubles.

Palabras clave: rendimiento; sólidos solubles; tomate; calibre.

Abstract

Potassium is an essential element that directly influences the growth and development of tomato, vegetable rich in vitamins and lycopene, carotenoid with great antioxidant power used to prevent degenerative diseases. The research was carried out with the objective of evaluating the effect of potassium on tomato yield and quality var. Floradade. Three doses of K₂O (250, 300 and 350 kg ha⁻¹) plus a control, 200 kg ha⁻¹ (which corresponded to what the soil contained) were studied in a Design of Random Complete Blocks with three repetitions. The results showed that the best dose was 250 kg ha⁻¹ which produced a yield of 17.77 t ha⁻¹ in relation to the reference control 200 kg ha⁻¹ with 13.20 t ha⁻¹; while in the highest dose, 350 kg ha⁻¹ was 6.49 t ha⁻¹. The doses of 250 y 300 kg ha⁻¹ 200 kg ha⁻¹ of K₂O presented the best calibres of the fruits; as well as the content of soluble solids.

Key words: yield; soluble solids; tomato; caliber.

¹ Universidad Nacional de Tumbes

² Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Tumbes.

* Autor para correspondencia: bruno_ricardo_jm_95@hotmail.com (B. Jiménez).

Introducción

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta hortícola, cuyo origen se encuentra en la región Andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde se cultiva desde tiempos muy antiguos, difundiéndose a casi todo el mundo. Su fruto es muy consumido como producto fresco en la preparación de ensaladas y alimento deshidratado en la industria conservera; además, de la extracción de pigmentos naturales. También, posee Licopeno, un carotenoide con gran poder antioxidante que se viene utilizando en productos cosméticos y en la prevención de diversas enfermedades degenerativas, causadas por las especies reactivas de oxígeno y los componentes tóxicos del medio.

El tomate se ubica en el quinto lugar, después del grupo de raíces y tubérculos. En el Perú, el tomate ocupa el puesto número 22 de los cultivos producidos; registrándose 6070 hectáreas con una producción de 232898 t, destacando las regiones con más superficie cultivada, Ica, Lima y Arequipa (FAOSTATS, 2016). En Tumbes, su cultivo está restringido a pequeñas áreas con un nivel de tecnología de bajo a medio, por lo que los rendimientos no son auspiciosos.

Uno de los factores más importantes que incide en la producción de tomate, es la

dosis y fuentes de la fertilización, la cual actualmente no obedece a un programa establecido, que esté de acuerdo con los requerimientos en las distintas fases fenológicas del desarrollo de la planta, lo que hace que en la práctica sea ineficiente. El potasio es un elemento esencial que se asocia con las relaciones hídricas, manteniendo el potencial osmótico de las células y juega un rol importante en la estimulación de muchas enzimas y en los procesos metabólicos de la planta (Castellanos y Ojodeagua, 2009). Influye directamente en la producción y calidad del tomate (Tjalling, 2006) y en la acumulación de azúcares en el fruto (Pérez et al., 2002).

Investigaciones realizadas, concluyen que potasio tienen efecto significativo en las variables evaluadas en tomate: diámetro polar y ecuatorial del fruto, peso, número de lóculos y rendimiento total (Cuadra y Ramos, 2002; Cardoza et al., 2000); además del contenido de sólidos solubles (INTAGRI, 2017). En ese contexto, y para comprender mejor el papel del potasio en la producción del tomate, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar la influencia de este elemento en el rendimiento y calidad de los frutos del tomate.

Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolló en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, distrito de San Pedro de los Incas, provincia y Región de Tumbes en las coordenadas UTM 9 603 698 N y 555 295 W y una altitud de 5 m s.n.m.

Instalación del cultivo y análisis de suelo

Se utilizó el tomate híbrido Floradade de crecimiento determinado, buena adaptación a los diferentes tipos de climas y resistente a enfermedades. Se instaló el semillero en bandejas germinadoras de

plástico 0,53 x 0,27 x 0,06 m que contenían tierra de almácigo cuatro estaciones, adquirido de la empresa Tierras y Abonos. El trasplante se efectuó a los 30 días, colocando las plántulas con champa en surcos de 0,80 m de ancho, y el esquema de plantación utilizado fue el de una hilera con una distancia entre plantas de 0,70 m, para la densidad de población de 1,8 plantas m⁻². Previo al establecimiento del cultivo, se tomaron muestras de suelo de 0 a 30 cm de profundidad para efectuar los análisis físico-químicos, cuyos resultados se detallan en la tabla 1. El manejo agronómico se efectuó según INIA (2017).

Tratamientos y Diseño Experimental

Se ensayaron tres dosis de potasio (250, 300 y 350 kg ha⁻¹) y un testigo referencial (sin aplicación, correspondiendo solamente a lo que contiene el suelo, 200 kg ha⁻¹), utilizándose como fuente de fertilizante sulfato de potasio. El diseño experimental fue bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones.

Aplicación de fertilizantes

Para la fertilización del cultivo de tomate se tuvo en cuenta los resultados del análisis de suelo. Las dosis utilizadas fueron, 200 kg ha⁻¹ N, 100 kg ha⁻¹ de P y las dosis de K ensayadas (250, 300 y 350 kg ha⁻¹). La dosificación se hizo en dos fases, la primera a los 15 después del trasplante aplicándose 50% de Nitrógeno (Nitrato de Amonio 33% N₂), 100 % de Fósforo (Micro Essentials SZ 12% N₂ y 40% P₂O₅) y 50% de Potasio (Sulfato de Potasio 50% K₂O). La segunda aplicación se realizó a los 30 después de la primera aplicación con el 50% restante del nitrógeno y potasio. Los oligoelementos fueron aplicados a través del fertilizante foliar Micrototal Power adquirido de la empresa Bio Nut a una dosis de 300 ml por ha.

Medición de parámetros

Para conocer influencia del potasio en el rendimiento y la calidad del fruto del tomate en cada tratamiento, se realizaron evaluaciones después de la cosecha, tomando cinco plantas al azar de los dos surcos centrales por unidad experimental. Se evaluaron: número de frutos, diámetro polar y ecuatorial de los frutos (mediante un vernier serie 530), número de lóculos, peso del fruto (balanza digital Camry modelo EHA701) y rendimiento, calculado sobre la base del total de frutos por parcela. La calidad poscosecha de los frutos de tomate, se realizó teniendo en cuenta la clasificación comercial, según la escala establecida por Escobar y Lee (2001), quienes establecen 5 escalas basadas en el diámetro ecuatorial del fruto: calibre 1 (mayor a 82 mm), calibre 2 (67 a 82 mm), calibre 3 (57 a 67 mm), calibre 4 (47 a 57 mm) y calibre 5 (menor de 47 mm). Además, se determinó el contenido de sólidos solubles totales con refractómetro Hanna modelo HI 96801.

Procesamiento y análisis de datos

Se realizó un ANVA de clasificación simple, las medias se compararon mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Tabla 1. Análisis físico-químico del suelo para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

| Determinación | Valor | Nivel |
|-------------------------------------|----------------|------------------------|
| Conductividad eléctrica (dS/m) | 0,51 | Baja |
| pH (suelo/agua; 1:2.5) | 8,30 | Moderadamente Alcalino |
| Calcáreo (CaCO ₃ %) | 1,86 | Bajo |
| Materia Orgánica (%) | 0,38 | Muy Bajo |
| Nitrógeno Total (%) | 0,02 | Muy Bajo |
| Fósforo (ppm P) | 8 | Muy Bajo |
| Potasio (ppm K) | 89 | Medio |
| Clase Textural | Franco arenoso | Grueso |
| % Arena | 65 | |
| % Limo | 24 | |
| % Arcilla | 11 | |
| C. I. C. meq/100 g de suelo | 6,36 | Bajo |
| Ca ⁺⁺ meq/100 g de suelo | 5,20 | |
| Mg ⁺⁺ meq/100 g de suelo | 0,70 | |
| K ⁺ meq/100 g de suelo | 0,26 | |
| Na ⁺ meq/100 g de suelo | 0,20 | |
| Da (g/cm ³) | 1,54 | |

N - P - K asimilable kg/ha/año

N₂ = 6,00

P₂O₅ = 25,00

K₂O = 200,00

Resultados

Componentes de rendimiento

En la figura 1 se muestra el resultado de los componentes del rendimiento. La aplicación de potasio no aumenta el número de frutos de tomate por planta, observándose que a medida que se incrementa la dosis disminuye la cantidad de frutos. El tamaño de los frutos de tomate medido como diámetro ecuatorial y polar presenta diferencia significativa entre los tratamientos, siendo mayor con la dosis de 250 kg ha⁻¹ y con más notoriedad en el diámetro polar (Fig. 2).

El peso de los frutos muestra una ligera diferencia entre las dosis 250, 300 y 350 kg ha⁻¹; pero difieren significativamente con el testigo referencial superándolo en 30% del valor del peso del fruto. Los resultados del rendimiento del tomate, indican también que la dosis 250 kg ha⁻¹ superó a los demás tratamientos, alcanzando un promedio de 17,77 t ha⁻¹ en relación al testigo referencial que produjo 13,20 t ha⁻¹ y a la dosis más alta 350 kg ha⁻¹ con un rendimiento de 6,49 t ha⁻¹.

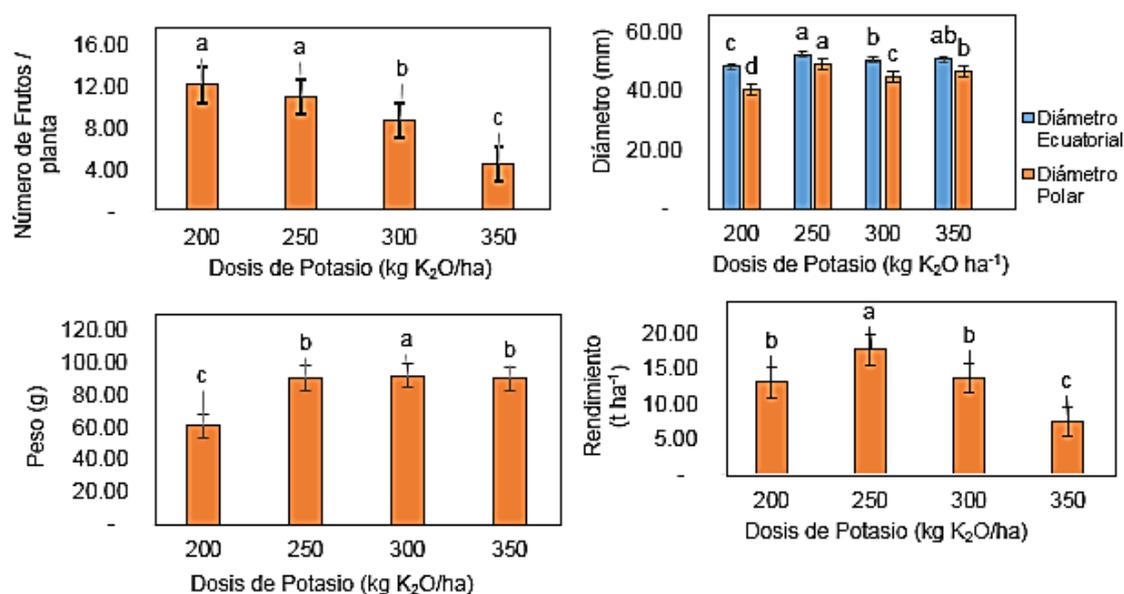


Figura 1. Variación de los componentes del rendimiento de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. Cada barra representa el promedio de tres repeticiones. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una $p < 0,05$.

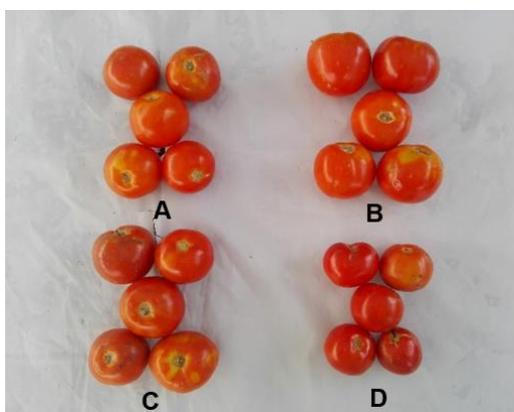


Figura 2. Tamaño de los frutos de tomate por efecto del potasio. A) 200 kg K₂O ha⁻¹ (Testigo referencial), B) 250 kg K₂O ha⁻¹, C) 300 kg K₂O ha⁻¹ y D) 350 kg K₂O ha⁻¹.

Calidad del fruto de tomate

Los resultados muestran que las dosis 250 y 300 kg ha⁻¹ presentan los mejores calibres, siendo el calibre 4 el más comercial.

La dosis de 350 kg ha⁻¹ presenta mayores frutos con calibre 5 al igual que el testigo referencial (Fig. 3). En cuanto a sólidos solubles, los tratamientos tuvieron valores que oscilaban entre 4 y 5 °Brix. Las dosis 250 y 300 kg ha⁻¹, respectivamente) alcanzaron los más altos valores y fueron en relación a la dosis 350 kg ha⁻¹ y al testigo referencial (Fig. 4).

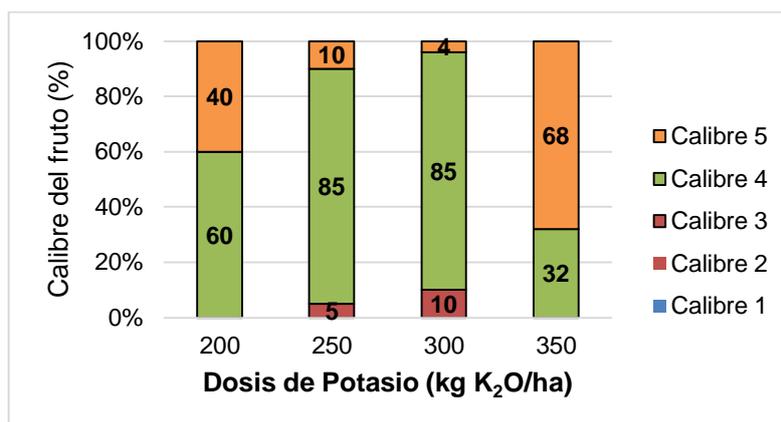


Figura 3. Clasificación de los frutos de tomate por efecto del potasio.

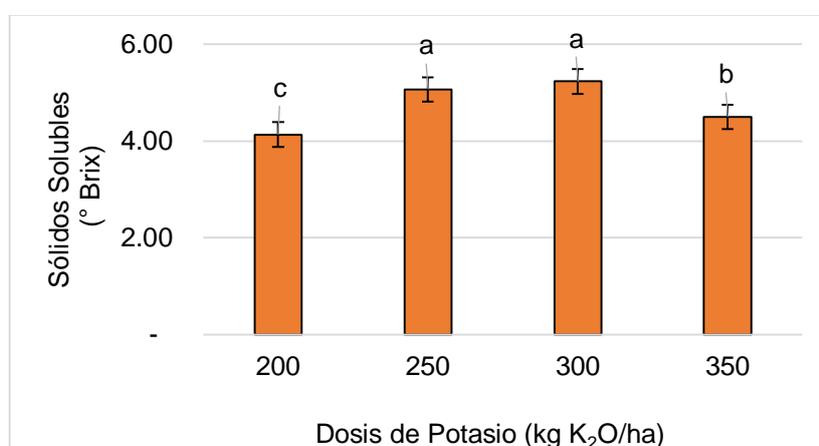


Figura 4. Efecto del potasio en la concentración de sólidos solubles en frutos de tomate. Las barras representan el promedio de tres repeticiones. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una $p < 0,04$.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran valores diversos en los parámetros evaluados en tomate, por un lado, determinadas dosis favorecen los rendimientos y la calidad del tomate y con otras estas características. Esta planta requiere cantidades altas de potasio y en forma frecuente para incrementar las características morfológicas, tales como mayor crecimiento y vigor de plantas, mejor desarrollo de flores, frutos y semillas (Rodríguez, 1992).

La dosis de 200 kg ha⁻¹ muestra un menor número de frutos maduros y necrosis en

el ápice de hojas y ramas, causando la muerte de las mismas (Fig. 5a). Similares síntomas fueron encontrados por Domínguez (2004) en plantas deficientes de potasio. Rodríguez (1992) indica que una deficiencia puede ocasionar la aparición de sustancias catabólicas en las hojas como la putrescina que inicia los procesos de muerte celular y tejidos y promueve la susceptibilidad al ataque de hongos porque disminuye la presión osmótica de las células favoreciendo la entrada de patógenos, como lo observamos en nuestro caso (Fig. 5b).



Figura 5. Síntomas de deficiencia de potasio en plantas de tomate fertilizadas con $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$. A) Necrosis de ramas y B) Muerte ascendente de la planta.

En cuanto a rendimiento, los resultados mostraron que la mejor dosis fue 250 kg ha^{-1} con un valor de $17,77 \text{ t ha}^{-1}$ en relación al testigo referencial 200 kg ha^{-1} con $13,20 \text{ t ha}^{-1}$; mientras que, con la dosis más alta, 350 kg ha^{-1} fue de $6,49 \text{ t ha}^{-1}$. El potasio influye directamente en la producción y calidad del tomate (Tjalling, 2006). Thompson y Troeh, (1990) sostienen que el potasio interviene en la absorción de otros nutrientes y en el desplazamiento de los mismos dentro de planta, lo cual influye en el proceso de la fotosíntesis, favoreciendo la producción

de sustancias orgánicas y por ende las características del fruto.

Los valores de sólidos solubles, pueden ser utilizados como criterios para definir la calidad del fruto (Santiaguillo-Hernández et al., 2004; Jiménez-Santana et al., 2012). EL contenido de sólidos solubles fue superior en las dosis 250 kg ha^{-1} y 300 kg ha^{-1} , lo que confirma que el elemento potasio promueve la acumulación y rápida translocación de los carbohidratos elaborados por las plantas (Domínguez, 2004).

Conclusiones

Con esta investigación se confirma que el potasio en dosis adecuadas favorece el rendimiento y la calidad del fruto del tomate y en cantidades excesivas afectan estos parámetros. Sin embargo, se requiere mayores estudios para deter-

minar otras características morfológicas y nutracéuticas que influyen en los atributos del fruto, tales como número de lóculos, número de semillas, diámetro y peso de semillas, color, contenido de licopeno y vitaminas.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Tumbes por facilitar el uso de la infraestructura, al Ing. Alexis Escobar Dioses (Representante Técnico Comercial de Molinos y CIA), Ing. Sigifredo Varona (Representante Técnico Comercial de Laboratorios Bio Nut), Ing.

Julio Dioses (Representante Técnico Comercial de Drokasa) e Ing. Luisa Milagros Castro Arrunategui (Agrotecnia "Milagros") por la donación de los productos agroquímicos que han permitido la ejecución de esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Cuadra, S.; Ramos, N. 2002. Efecto de diferentes niveles de NPK en el comportamiento Agronómico del Tomate en el Valle de Sébaco. Nicaragua. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua. 61 pp.
- Cardoza, H.; Chailloux, M.; Núñez, A. 2000. Consumos y dinámica de la absorción de los nutrientes NPK en tomate Campbell. 28. II Seminario Científico Técnico Estación Experimental de Nutrición Vegetal. Larenee. La Habana - Cuba.
- Castellanos, J.Z.; Ojodeagua, J.L. 2009. Formulación de Solución Nutritiva. En: Castellanos, J.Z. y C. Borbón-Morales (Edit.). INTAGRI_AMHPAC. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Producción de tomate de invernadero. INTAGRI-México. Pp. 131-156.
- Domínguez, A. 2004. Tratado de fertilización. 2º edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Escobar, H.; Lee, R. 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Cuaderno del centro de investigaciones y asesorías agroindustriales CIAA. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- FAOSTATS. 2016. Cultivos. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2017. Manual del cultivo de tomate al aire libre. Boletín INIA N° 11, Santiago de Chile.
- INTAGRI. 2017. Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos Técnicos de Intagri. México.
- Jiménez-Santana, E.; Robledo-Torres, V.; Benavides-Mendoza, A.; Ramírez-Godina, F.; Ramírez-Rodríguez, V. de la Cruz-Lázaro, E. 2012. Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Universidad y Ciencia 28(2): 153-161.
- Pérez, J.; Hurtado, G.; Aparicio, V.; Argueta, Q.; Larín, M.A. 2002. Guía Técnica, Cultivo de Tomate. CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador. 49 pp.
- Rodríguez, S.A. 1992. Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT editor. Segunda reimpresión. México, D.F
- Santiaguillo-Hernández, J.F.; Cervantes-Santana, T.; Peña-Lomelí, A. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruta de cuzas planta x planta entre variedades d tomate de cáscara. Rev. Fitotec. Mex. 27: 84-91.
- Tjalling, H. 2006. Guía de Manejo, Nutrición Vegetal de Especialidad, Tomate. SQM S.A. 83 pp.
- Thompson, L.M.; Troen, F.R. 1990. Los Suelos y su Fertilidad. Cuarta Edición. Reverte, S.A.